

BADANIA OSADÓW DENNYCH REJONU PÓŁWYSPU HELSKIEGO

Część I

UKD 551.351.1/.3+551.352].08(261-13)

Osady denne akwenu Morza Bałtyckiego budzą znaczne zainteresowanie i były przedmiotem wielu prac (1-4). Osady denne stanowiące przedmiot niniejszej pracy, występujące w rejonie na północ od Półwyspu Helskiego, reprezentują zależnie od obszaru różny skład petrograficzno-mineralny - począwszy od ilów mułkowych ze zmienną ilością frakcji piaszczystej poprzez typowe namuły, zawierające znaczne ilości substancji organicznej - do typowych piasków o dość jednorodnym uziarnieniu.

Badania osadów prowadzono w dwóch kierunkach: pierwszy z nich dotyczył możliwości praktycznego ich wykorzystania jako surowców ceramicznych; drugi - poznawczy, związany był z ogólną charakterystyką petrograficzną dennych osadów morskich. Zwrócono tu szczególną uwagę na próbki o charakterze ilasto-mułkowym.

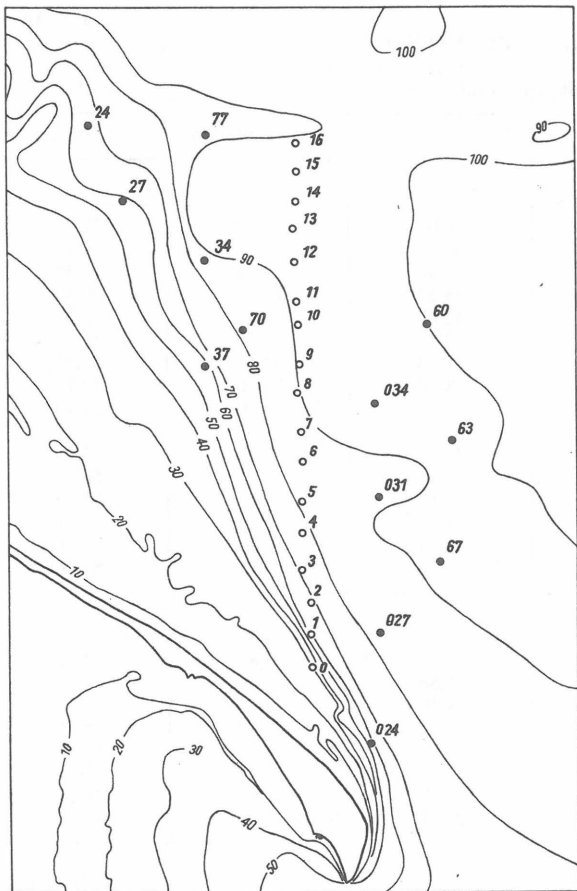
Praca obejmuje kompleksowe badania powierzchniowych osadów dennych w liczbie 30 próbek, reprezentu-

jących profil I (próbki nr 0-16) oraz profile różne z tego akwenu (próbki nr 24, 27, 34, 37, 60, 63, 67, 70, 77, 024, 027, 031, 034,), (ryc. 1). Przeprowadzone badania objęły:

- a) opis makroskopowy próbek w stanie wilgotnym i suchym,
- b) określenie wilgotności „pokładowej”,
- c) charakterystykę składu granulometrycznego na podstawie analizy sitowej, szlamowej i areometrycznej,
- d) analizy chemiczne - pełne i skrócone,
- e) badania derywatograficzne,
- f) badania w mikroskopie wysokotemperaturowym.

W związku ze zróżnicowaniem próbek, obejmujących materiały piaszczyste oraz ilaste, odpowiednio modyfikowano metodykę i zakresy badań programowych. Całość badań została uzupełniona opisami frakcji piaszczystych pod lupą binokularną.

Próbki osadów dennych, otrzymane z Instytutu Geologicznego Oddział Geologii Morza w Sopocie, były



Ryc. 1. Lokalizacja miejsc poboru próbek osadów dennych (wg F. Pieczki).

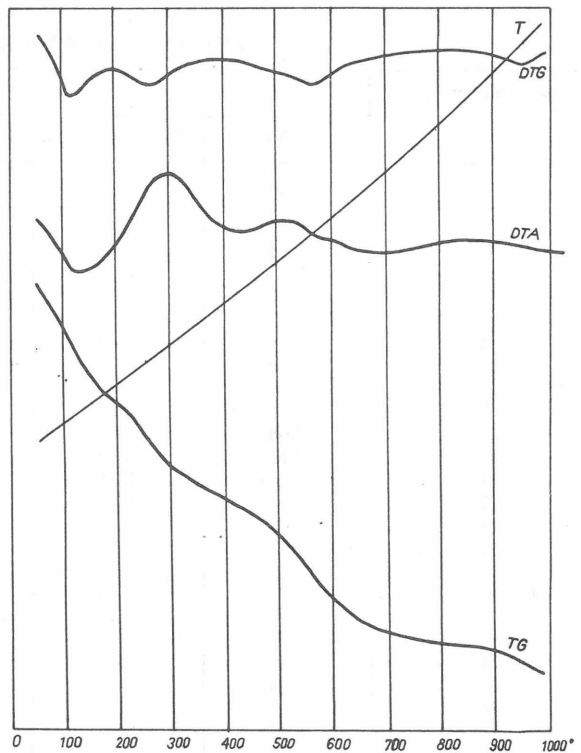
Fig. 1. Location of samples of sea-floor sediments (after F. Pieczka).

przechowywane w pudełkach z tworzyw sztucznych i odpowiednio zabezpieczone przed utratą wilgoci „pokładowej”.

OZNACZENIE WILGOCI „POKLADOWEJ”

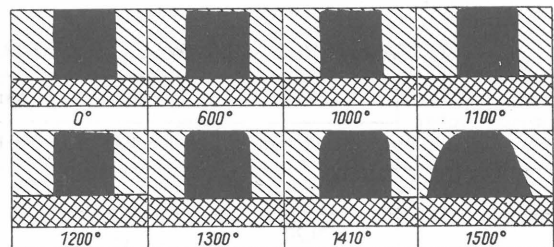
Oznaczenie to stanowi istotny wskaźnik, pozwalający na wstępne określenie charakteru petrograficznego osadów. W tabeli I przedstawiono zmiany zawartości wody zaadsorbowanej w poszczególnych próbkach osadów; zmiany te można powiązać z zawartością frakcji ilastych, mułkowych oraz substancji organicznych w próbkach. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w makroskopowych opisach osadów, których dokonano na wstępie badań. W odniesieniu do profilu I można zaobserwować zróżnicowane obszary osadów – od piaszczystych do coraz zasobniejszych w substancje ilaste i organiczne. Próbki od nr 0 do nr 5 wykazują charakter piaszczysty lub mułkowo-piaszczysty. Począwszy od próbki nr 6 (o charakterze wyraźnie ilastym) można zauważyć pewną zmienność charakteru osadów, a od próbki nr 10 wyraźne wzbogacenie frakcji ilastych i przejście do osadów mułkowo-ilastych.

Wnioski wynikające z oznaczeń wilgoci „pokładowej” znalazły potwierdzenie w przeprowadzonej analizie szlamowej i areometrycznej osadów.



Ryc. 2. Wyniki termicznej analizy różnicowej próbki nr 10.

Fig. 2. Results of DTA analysis of sample no. 10.



Ryc. 3. Wyniki badań próbki nr 11 w mikroskopie grzewczym.

Fig. 3. Results of studies on sample no. 11 under high-temperature microscope.

Tabela I
WYNIKI OZNACZEŃ WILGOCI „POKLADOWEJ”
OSADÓW DENNYCH

Profil I		Profile różne	
Nr próbki	Wilgoć „pokładowa” w %	Oznaczenie próbki	Wilgoć „pokładowa” w %
0	0,4*	24	19,0
1	17,0	27	21,7
2	28,9	34	20,2
3	42,7	37	20,6
4	41,1	60	61,6
5	45,5	63	60,0
6	75,1	67	52,9
7	49,5	70	40,0
8	30,1	77	39,0
9	46,7	024	41,2
10	54,6	027	55,5
11	55,8	031	58,8
12	53,3	034	61,1
13	61,2		
14	62,5		
15	64,8		
16	69,6		

* Próbką w luźnym opakowaniu

ZESTAWIENIE WYNIKÓW ANALIZ SZLAMOWYCH

Tabela II

Oznaczenie próbek	Skład frakcyjny osadów w %					
	>0,43 mm	0,43–0,25 mm	0,25–0,20 mm	0,20–0,20 mm	0,10–0,06 mm	<0,06 mm*
Profil I						
0	1,43	0,30	0,25	20,05	55,00	22,97
1	0,16	0,08	0,12	69,56	18,90	11,18
2	0,07	0,10	0,16	55,30	20,98	23,39
3	0,80	0,35	0,70	53,53	24,32	20,80
4	1,27	0,37	0,44	42,48	23,15	32,29
5	0,19	0,26	0,53	39,23	27,56	32,22
6	0,10	0,10	0,10	15,63	24,54	59,50
7	0,10	0,18	0,20	33,50	23,30	42,71
8	0,18	0,20	0,48	37,55	23,10	38,49
9	0,08	0,10	0,18	38,62	24,67	36,35
10	0,19	0,19	0,29	26,76	20,57	52,00
11	0,08	0,18	0,22	23,91	17,54	58,07
12	0,10	0,18	0,20	22,54	24,03	52,94
13	0,13	0,15	0,25	14,72	17,64	67,11
14	0,15	0,15	0,18	9,36	10,26	79,90
15	—	0,10	0,13	4,32	10,99	84,46
Profile różne						
24	3,40	4,80	4,34	81,24	2,80	3,42
27	0,38	0,14	0,28	91,66	3,44	4,10
34	0,39	0,15	0,22	78,40	9,40	11,44
37	0,84	0,30	0,98	83,20	9,92	5,56
70	0,18	0,18	0,17	62,88	18,76	17,83
77	0,06	0,22	0,34	64,38	11,28	23,72
024	0,20	0,04	0,07	49,48	23,84	26,37
027	0,24	0,40	0,26	29,84	22,58	46,68

ZESTAWIENIE WYNIKÓW ANALIZ AREOMETRYCZNYCH PRÓBEK OSADÓW DENNYCH

Tabela III

Oznaczenie próbki	Zawartość frakcji w %					Suma frakcji ilastej
	>0,06 mm	0,06–0,02 mm	0,02–0,003 mm	0,003–0,0013 mm	<0,0013 mm	
Profil I						
3	79,20	2,45	7,75	4,50	6,10	10,60
4	67,70	14,50	6,10	5,40	6,30	11,70
5	67,80	10,50	10,10	3,05	8,60	11,65
6	40,50	10,80	21,70	10,60	16,40	27,00
7	57,30	16,80	7,30	14,90	3,70	18,60
8	61,50	13,80	9,30	4,80	10,60	15,40
9	63,70	11,60	7,30	6,10	11,30	17,40
10	48,00	10,30	23,90	7,70	10,10	17,80
11	41,90	12,80	20,00	7,30	18,00	25,30
12	47,10	23,70	14,00	3,90	11,30	15,20
13	32,90	13,90	27,60	9,00	16,60	25,60
14	20,10	20,90	31,10	11,10	16,80	27,90
15	15,50	17,00	33,10	13,50	20,90	34,40
16	9,40	7,50	47,10	14,70	21,30	36,00
Profile różne						
60	2,50	11,20	44,40	14,80	27,10	41,90
63	3,40	15,50	44,60	13,90	22,60	36,50
67	10,00	27,10	32,30	11,80	18,80	30,60
031	27,00	29,60	19,10	7,70	16,00	24,30
034	23,20	20,00	28,40	11,00	17,40	28,40

ANALIZA SZLAMOWA

Analizę wykonano, posługując się sitem 0,06 mm; uzyskane pozostałości na sicie, po wysuszeniu, rozdzielono na odpowiednie frakcje, co zestawiono w tabeli II. Z danych tych wynika, że zbadane próbki praktycznie nie zawierają frakcji grubszych niż 0,2 mm, a zawartość ziarn poniżej 0,06 mm rzutuje poważnie na charakter petrograficzny próbek. Próbki bardziej zasobne w materiał młukowo-ilasty wykazują wzrost ilościowy frakcji najdrobniejszej (<0,06 mm). Z powyższych danych wynika, że

próbki profilu I wykazują zróżnicowany i zmienny charakter petrograficzny. Próbki z profilów różnych reprezentowane są przez piaski lub piaski młukowe, w których podstawową granulację tworzy frakcja 0,2–0,1 mm.

ANALIZA AREOMETRYCZNA

Badania próbek osadów dennych metodą areometryczną pozwoliły pogłębić znajomość składu granulometrycznego osadów typu ilastego. Z badań tą metodą wyeliminowano próbki zbudowane głównie z frakcji piasków miał-

WYNIKI PEŁNYCH ANALIZ CHEMICZNYCH PRÓBEK OSADÓW PROFILU I I PROFILÓW RÓŻNYCH

Rodzaj składnika	Numeracja próbek							
	6	11	13	14	15	16	60	034
SiO ₂	65,38	70,36	67,23	63,11	62,04	57,77	54,58	64,63
Al ₂ O ₃	8,44	8,75	11,28	12,79	11,27	11,63	14,23	11,89
TiO ₂	0,39	0,47	0,55	0,55	0,69	0,71	0,70	0,54
Fe ₂ O ₃	3,16	3,55	3,42	4,38	5,15	6,36	5,40	3,82
CaO	1,60	0,87	0,91	1,02	1,25	1,00	1,37	1,25
MgO	1,25	1,14	1,18	1,69	1,58	1,83	1,96	1,47
K ₂ O	2,32	2,60	2,42	2,70	2,72	2,70	2,34	2,40
Na ₂ O	1,80	1,34	1,24	1,52	1,38	1,50	1,30	1,26
P ₂ O ₅	0,12	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,14	0,12
Cl ⁻	1,85	0,84	1,05	0,98	1,15	1,17	1,34	0,99
SO ₃	1,95	1,96	1,88	1,74	3,03	3,44	3,35	2,62
H ₂ O ⁻	2,24	1,25	1,31	1,52	2,03	2,32	2,68	1,76
H ₂ O ⁺	5,12	4,52	4,80	5,33	5,76	6,59	7,74	4,76
strata przy prażeniu	4,44	2,47	1,83	1,84	2,01	2,92	2,92	2,78

Tabela V

WYNIKI SKRÓCONYCH ANALIZ CHEMICZNYCH PRÓBEK OSADÓW DENNYCH

Rodzaj składnika	Numeracja próbek (profil I)						
	1	3	5	7	9	10	12
Wilgoć (H ₂ O ⁻)	0,24	0,52	0,74	0,80	0,82	1,03	1,15
Strata przy prażeniu	1,78	4,76	5,06	5,25	5,14	6,64	6,47
SiO ₂	87,32	82,21	81,02	79,60	79,31	75,38	72,93
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	5,36	6,08	7,37	7,82	7,71	9,46	10,68
Fe ₂ O ₃	2,12	2,47	1,56	2,17	2,78	3,20	4,39
CaO	1,10	1,38	1,63	1,35	1,62	1,01	1,02
MgO	0,06	0,48	0,49	1,04	0,35	0,93	1,12

Rodzaj składnika	Numeracja próbek (profile różne)			
	70	77	027	031
SiO ₂	84,68	82,55	75,71	69,90
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	5,70	7,49	8,19	10,33
Fe ₂ O ₃	2,38	2,18	2,20	4,37
CaO	1,13	0,85	1,47	1,40
MgO	0,21	0,50	1,04	1,08

kich <0,10 mm. których zawartości wahały się w granicach 58–80%, przy niewielkich ilościach frakcji młkwej i ilastej. Większość analiz była rozszerzeniem poprzednich badań, zwłaszcza frakcji poniżej 0,06 mm. Na podstawie danych z badań nadawano próbkom odpowiednie nazwy petrograficzne. I tak, do piasków młkwo-ilastych zaliczono próbki o zawartości 10–18% frakcji ilastej, natomiast do ilów młkwo-piaszczystych próbki, w których frakcja ilasta występowała w ilości 25–42%.

W porównaniu z osadami dennymi z Zatoki Gdańskiej zawartość substancji ilastej w zbadanych obecnie próbkach jest znacznie niższa (4, 5).

CHARAKTERYSTYKA FRAKCJI PIASZCZYSTYCH POD LUPĄ

Z opisów frakcji piaszczystych osadów pod lupą wynika, że ich skład mineralny jest wyjątkowo ubogi i mało zróżnicowany. Dotyczy to zarówno próbek typowo piaszczystych, jak i próbek ilastych, w których scharakteryzowano pozostałości na sicie 0,06 mm. Obok podstawowego minerału – kwarcu można zauważyć nieznaczne ilości skaleni, przeważnie dobrze zachowanych. Charakterystycznym minerałem jest glaukonit, spotykany dość często we frakcjach 0,2–0,06 mm, o nieforemnych kształtach i jasnozielonej barwie. Dominującymi minerałami

Tabela VI

ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ TEMPERATURY MIĘKNIENIA I TEMPERATURY TOPLIWOŚCI PRÓBEK OSADÓW ILASTYCH

Profil	Numer próbki	Temperatura mięknięcia (t _m) [°C]	Temperatura topliwości (t _i) [°C]	Interwał temperatury t _i –t _m
I	6	1220	1350	130
	11	1300	1470	ok. 170
	13	1260	1450	„ 190
	14	1260	1400	„ 140
	15	1250	1350	„ 100
	16	1220	1340	„ 120
różne	60	1200	1330	„ 130
	034	1260	1400	„ 140

we frakcjach grubszych są łuszczyki. Wśród nich w znacznej przewadze występuje muskowitz – serycyt, w małych ilościach biotyt o różnym stopniu zabarwienia – od prawie czarnego do blaszek o barwie słomkowożółtej. W podobnej ilości spotyka się blaszki chlorytu o zmiennej barwie. Minerale ciemne (rzadkie) występują w osadach jako nieliczne, wzbogacając jedynie frakcje <0,10 mm.

Typową cechą badanych osadów była duża ilość resztek organicznych, fito i zoogenicznych. Materiał roślinny, budujący głównie frakcje grubsze wykazywał cechy zbutwienia, czasami skoksowania, co nadawało czarne lub brunatne zabarwienie tym resztkom. Obok zanieczyszczeń typowych dla namulów – spotykano niekiedy różnej wielkości okruchy węgla kamiennego do 10 mm średnicy. Obecność węgla stwierdzono nawet we frakcjach najdrobniejszych. Niekiedy stwierdzono obecność koksiku lub żużlu. Zanotowano także rzadkie występowanie zlepek ziarn kwarcowych spojonych smarami lub ropą. Należy wymienić jeszcze spotykane niekiedy okruchy bursztynu, występujące w różnych frakcjach, najczęściej w grubszych, obok znacznych ilości resztek roślinnych.

W próbkach o charakterze ilastym ziarna kwarcowe wykazywały często korozję, tworzyły zlepki pelitowe scementowane spoiwem kwarcowym, co świadczy o procesach diagenetycznych, zachodzących w tych osadach. Charakterystyczną cechą zbadanych osadów był prawie zupełny brak minerałów ciężkich. Wyjątkowo tylko stwierdzono pojedyncze ziarna granatów, amfiboli i turmalinów, co należałoby tłumaczyć ich selekcją w innych rejonach zatoki. Spośród minerałów ciemnych spotykanych we frakcjach najdrobniejszych występuje głównie magnetyt.

BADANIA CHEMICZNE

W ocenie surowców mineralnych analizy chemiczne odgrywają główną rolę. W pracy wykonano 8 pełnych analiz próbek o charakterze ilastym oraz 11 skróconych analiz próbek bardziej piaszczystych (tab. IV i V).

Śledząc dane zawarte w tab. IV i V można wyraźnie zaobserwować zmienność charakteru petrograficznego omawianych próbek profilu I i profili różnych. Najbardziej typowym wskaźnikiem jest zawartość krzemionki (SiO_2), wysoka dla próbek o charakterze typowo piaszczystym, np. 87% SiO_2 dla próbki nr 1 i stale malejąca w miarę wzrostu zawartości substancji ilastych np. 57,8% dla próbki nr 16 i 54,6% dla próbki nr 60. Podobnie zmienia się zawartość glinki (Al_2O_3) – od 5,3% do 14,2%, którą głównie należy wiązać z obecnością minerałów ilastych. Z ilastym charakterem osadów wiąże się także wzrost udziału procentowego tlenków żelaza w tych próbkach. Pozostałe tlenki nie wykazują wyraźnej zmienności w stosunkach ilościowych. Charakterystyczna jest niska zawartość tlenków wapniowego i magnezowego, przy czym ten ostatni wykazuje nieznaczną przewagę ilościową, co jest charakterystyczne dla osadów morskich. Typowa jest również zawartość K_2O , świadcząca o obecności illitu jako minerału ilastego. Zawartość chlorków Cl^- oraz siarczanów (w przeliczeniu na SO_3) związana jest z pochodzeniem osadów. Nieznaczne ilości P_2O_5 są typowe dla skał ilastych i wskazują, że osady denne nie adsorbują jonów fosforanowych w nadmiarze.

Woda konstytucyjna (H_2O^+), wchodząca w skład sieci minerałów ilastych jest pewnym wskaźnikiem zawartości tych minerałów w osadzie. H_2O^- określa zawartość wilgoci w próbkach powietrzno-suchych. Wskaźnik, „straty przy prażeniu” odnosi się do zawartości części organicznych przeważnie pochodzenia roślinnego. Wyniki analiz chemicznych w pełni potwierdzają wnioski z badań wstępnych.

BADANIA DERYWATOGRAFICZNE

Wybrane próbki o charakterze ilastym poddano badaniom derywatograficznym, których celem było określenie jakości minerałów ilastych. Badaniom poddano frakcje $<0,0013$ mm, po częściowym usunięciu z nich substancji organicznych, przy użyciu wody utlenionej (5). Na podstawie uzyskanych krzywych stwierdzono przebieg reakcji egzotermicznych, w zakresie $280-300^\circ$ oraz $415-430^\circ\text{C}$, jako wynik spalania resztkowych substancji organicznych. Spowodowało to zatarcie efektów charakterystycznych i typowych dla minerałów ilastych. Wszystkie próbki wykazały bardzo podobny charakter krzywych DTA i TG (ryc. 2). Na podstawie przebiegu krzywych można było wnioskować o obecności illitu. Wniosek ten został potwierdzony badaniami rentgenograficznymi.

BADANIA W MIKROSKOPIE GRZEWCZYM

Badania te dotyczyły próbek ilastych. Miały one na celu określenie zachowania się próbek w miarę wzrostu temperatury, aż do osiągnięcia temperatur mięknięcia i topliwości, co zostało utrwalone na kliszach fotograficznych (ryc. 3). Za temperaturę mięknięcia przyjęto moment, gdy próbka po osiągnięciu największej skurczliwości, zaczyna pęcznieć z jednoczesnym zaokrągleniem krawędzi kształtki. Temperatura topliwości określa stan pyroplastyczny próbki, z maksymalnym wzrostem objętości, gdy napięcie powierzchniowe i lepkość utrzymują ją w tym stanie. Po przekroczeniu tej temperatury następuje defor-

macja kształtki, jej rozlanie się. W tabeli II zestawiono uzyskane wyniki badań. Wynika z niej, że osady ilaste wykazują dość wysokie temperatury topliwości i szeroki zakres interwału temperaturowego. Wiąże się to z niezbyt wysoką zawartością tlenków-topników. Należy podkreślić, że ilaste osady morskie wykazują wyraźną tendencję do pęcznienia i z tego względu mogłyby stanowić dobry surowiec do produkcji kruszyw spiekanych.

UWAGI OGÓLNE

Wyniki przeprowadzonych badań kompleksowych określają jakość zbadanych osadów dennych; poza aspektem poznawczym istotne znaczenie ma tu aspekt praktyczny związany z ewentualnym wykorzystaniem osadów jako surowców ceramicznych (6).

LITERATURA

1. Bojanowski R., Masicka H., Ostrowski S. – O niektórych cechach fizykochemicznych i chemicznych osadów dennych południowego Bałtyku. Rozprawy Wydziału III GTN, z. 1, Gdańsk 1964.
2. Kotliński R., Trokiewicz O., Halkiewicz J. – Zakres i metodyka badań geochemicznych morskich osadów dennych. Studia i Materiały Oceanologiczne nr 14, Komitet Badań Morza PAN 1975.
3. Pieczka F. – Surowce skalne akwenu Morza Bałtyckiego. Studia i Materiały Oceanologiczne nr 11. Ibidem.
4. Piotrowicz W., Prejzner J., Olańczuk-Neyman K. – Charakterystyka osadów dennych Zatoki Gdańskiej. Inż. Morska 1981 nr 3.
5. Piotrowicz W., Prejzner J., Olańczuk-Neyman K. – Analiza areometryczna w badaniach morskich osadów ilastych. Prz. Geol. 1978 nr 1.
6. Thierry M. – Metody i środki techniczne eksploatacji kruszywa z dna morskiego. Studia i Materiały Oceanologiczne nr 30. Komitet Badań Morza PAN 1980.

SUMMARY

The paper presents results of complex studies on sea-floor sediments from area north of the Hel Peninsula, involving analyses of granulometric composition and chemistry, derivatograph tests and analyses under high-temperature microscope. The sediments belong to various types, mainly sands, silty sands and clays. Depending on petrographic character of samples, there were found marked similarities between their individual types and fractions.

РЕЗЮМЕ

В статье описаны комплексные исследования донных осадков расположенных к северу от Хельского полуострова; исследованы были такие свойства осадков, как гранулометрический состав, химизм, а также были проведены дериватографические и микроскопические исследования. В состав этих донных осадков входят отложения разного типа, главным образом пески, илистые пески и глины. В зависимости от петрографического характера образцов существует большое сходство в пределах их отдельных типов и фракций.